

Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones

Edición de.

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

Prólogo de.

José Francisco Torres Alfosea
Vicerrector de Calidad e Innovación Educativa
Universidad de Alicante

Edición de:

Rosabel Roig-Vila
Josefa Eugenia Blasco Mira
Asunción Lledó Carreres
Neus Pellín Buades

© Del texto: los autores (2016)

© De esta edición:

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Calidad e Innovación educativa
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) (2016)

ISBN: 978-84-617-5129-7

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Diseño de instrumentos y aplicaciones para la mejora del aprendizaje en asignaturas de titulaciones de Ciencias e Ingeniería

S. Molina Palacios¹, J.J. Galiana Merino²; I. Gómez Domenech^{1,4}; J.A. Reyes-Labarta³;

S. Rosa Cintas¹ J.L. Soler Llorens¹; J.E. Tent Manclús¹ ; J.J. Giner-Caturla¹

¹*Dpto. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante*

²*Dpto. Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Universidad de Alicante*

³*Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Alicante*

⁴*Dpto. Física de la Tierra y Termodinámica. Universitat de València*

RESUMEN

Actualmente, el alumnado de titulaciones de Ciencias e Ingeniería (Grado en Ciencias del Mar, Grado en Geología, Grado en Ingeniería Química y Grado en Ingeniería en Sonido e Imagen) muestra una gran dificultad para el aprendizaje de determinados conceptos teóricos, que no pueden observarse mediante aplicaciones prácticas durante las sesiones de teoría o de laboratorio, sobre todo en el caso de conceptos relacionados con fenómenos a gran escala, como por ejemplo el movimiento de las corrientes oceánicas, las ondas planetarias, la generación y registro de terremotos, la geología marina, etc. El objetivo de este trabajo ha sido el diseño de aplicaciones y/o instrumentos para algunas asignaturas de los grados anteriores. Como resultado se han desarrollado diferentes esquemas de trabajo colaborativo basado, generalmente, en aplicaciones de software libre y/o de bajo coste así como un vehículo remotamente operado (ROV) de bajo coste que han permitido diseñar guiones de trabajo para el aprendizaje de determinados conceptos complejos en el alumnado de Ciencias e Ingeniería y mejorar, de esta forma, su interés por las asignaturas y el grado de aprendizaje. Aunque en esta fase no se ha podido evaluar completamente su utilidad en el aula esperamos poder continuar este proceso en una futura red.

Palabras clave: software libre, trabajo colaborativo, nuevas tecnologías, aplicaciones de bajo coste, mejora del aprendizaje

1. INTRODUCCIÓN

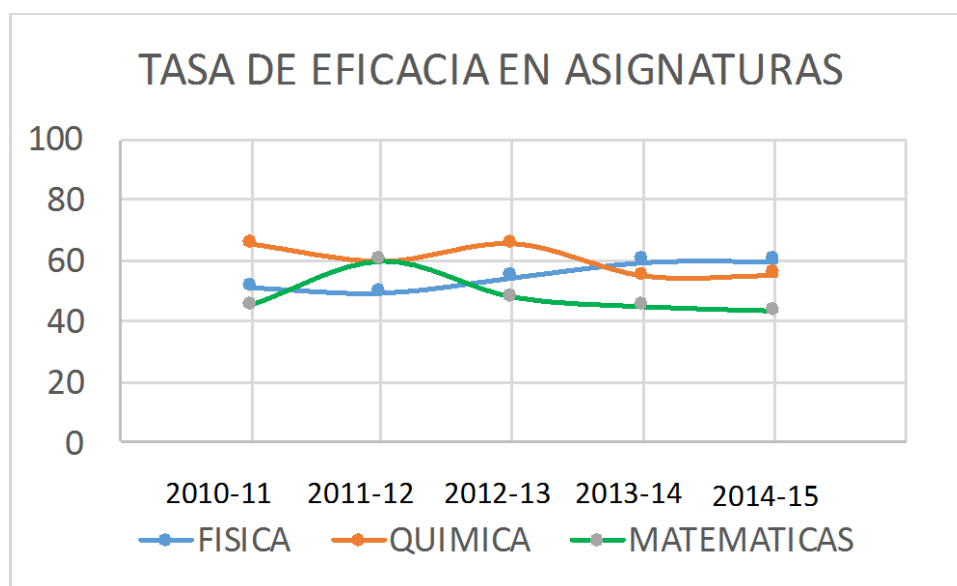
1.1 Problema/cuestión.

El proceso de re-acreditación de las Grados de la Universidad de Alicante ha servido para reflexionar ampliamente, entre otros aspectos, sobre los procesos de diseño de las guías docentes, la adecuación de los contenidos de las materias con las competencias que el alumnado ha de adquirir durante el grado, así como sobre los mecanismos de evaluación y el grado de asimilación de los contenidos y su posterior aplicación dentro de la correspondiente competencia adquirida.

En estos años de impartición de los grados, todos los miembros de la red docente hemos comprobado cómo, curso a curso, el nivel del alumnado, sobre todo en áreas como Física, Química y Matemáticas iba disminuyendo (Figura 1) y cada vez era más difícil conseguir que asimilaran conceptos complejos y que mantuvieran un alto nivel de motivación para el aprendizaje si se utilizaban, únicamente, mecanismos tradicionales de enseñanza-aprendizaje (Molina et al., 2015 y Cañaveras Jiménez et al., 2015).

La realidad observada es que, en la mayoría de los casos, el alumnado trataba de memorizar el concepto sin entenderlo y, por lo tanto, su aplicación práctica le resultaba casi imposible si los parámetros iniciales del problema a resolver se apartaban ligeramente de los que se resolvían en clase.

Figura 1. Comparación de la tasa de eficacia de asignaturas de Física, Química y Matemáticas en grado de Ciencias e Ingeniería.



Sin embargo, en la mayoría de las reuniones de coordinación y seguimiento de los grados, cuando se manifestaba esta cuestión a las y los representantes del alumnado, se nos indicaba que si se trataba de utilizar una aplicación práctica probablemente resultara mucho más motivador y les facilitaría no sólo el aprendizaje del concepto sino también su aplicación.

Los autores, por tanto, seleccionaron asignaturas de diferentes grados de Ciencias e Ingeniería para proponer una aplicación/instrumento que ayudara en el aprendizaje de un concepto en particular así como un mecanismo para evaluar su viabilidad de aplicación y grado de mejora en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Las asignaturas elegidas han sido:

- Geología Marina (3º del Grado en Ciencias del Mar)
- Oceanografía Física (3º del Grado en Ciencias del Mar)
- Introducción a la Meteorología (4º del Grado en Ciencias del Mar)
- Geofísica y Prospección Geofísica (3º del Grado en Geología)
- Operaciones de Separación de Transferencia de Materia I (3º del Grado en Ingeniería Química)
- Electrónica Analógica (2º del Grado en Ingeniería en Sonido e Imagen en Telecomunicación)

1.2 Revisión de la literatura.

Numerosos autores han tratado de buscar mecanismos de motivar al alumnado en el aprendizaje de conceptos en ciencias e ingeniería o comprobado la importancia del aprendizaje colaborativo.

Abril et al. (2016), han diseñado una serie de experiencias físicas sencillas y sorprendentes que permitían reforzar diversos conceptos físicos de una forma amena y utilizando materiales asequibles y baratos.

Conde Calero et al. (2016) han desarrollado una ruta-yincana por el campus de la Universidad de Alicante en la que pretenden acercar las matemáticas a los distintos colectivos por medio de elementos matemáticos existentes en el campus. De esta forma introducen conceptos matemáticos de una forma lúdica y participativa.

Fernández Verdú et al. (2016) han diseñado, implementado y evaluado metodologías docentes usando una aproximación basada en experimentos de enseñanza usando TIC y aplicadas a la enseñanza de las matemáticas.

Francés Monllor et al. (2016) han elaborado herramientas interactivas enfocadas a la docencia universitaria para la docencia de asignaturas del Grado en Ingeniería Sonido e Imagen en Telecomunicación utilizando el lenguaje de programación Matlab y en C++.

Galiana Merino et al. (2016) han recurrido al uso de medios audiovisuales y en concreto a Youtube, como herramientas de apoyo en las clase de teoría con el objetivo de mantener la atención del alumnado y motivarlos mediante la exposición visual de experiencias que demostraban la importancia de lo que se estaba explicando.

Gómez Trigueros (2016) discute como el actual Espacio Europeo de Educación Superior da lugar a importantes cambios en el rol docente y en su manera de llevar al aula los contenidos. Estos cambios llevan asociados la utilización de las Tecnologías de la información y Comunicación (TIC) y, por tanto, inciden no sólo en el uso de software y hardware sino también en los mecanismos de selección de programas o herramientas útiles para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

López Rodríguez et al. (2016) han elaborado material audiovisual propio que permite al alumno estudiar de forma preliminar y autónoma cada concepto catalogado, con el objetivo de poder utilizar la metodología de clase inversa en diversas asignaturas de farmacología.

Marcos Ortega et al. (2016) han elaborado una propuesta de contenidos y metodologías docentes para la asignatura “Tecnología de Estructuras Geotécnicas” del Máster en Ingeniería Geológica, con el objetivo de fomentar la participación activa de los estudiantes, haciendo hincapié en su aplicación práctica y especialmente en lo relacionado con el manejo y desarrollo de software específico de cálculo de estructuras geotécnicas. Los autores concluyen que, con las propuestas desarrolladas, el alumnado de la asignatura manifiesta un elevado interés y un mayor grado de participación.

Martínez Lirola (2016) han diseñado actividades multimodales para que el alumnado trabaje de forma cooperativa de manera que el alumnado desarrolle competencias fundamentales como por ejemplo el liderazgo y concluyen que el aprendizaje colaborativo es fundamental para que el alumnado sea activo en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Roig et al. (2016) pone de manifiesto la importancia del uso de herramientas como el diseño de WebQuest que cumplan con criterios de calidad dentro de la investigación e innovación en la enseñanza.

1.3 Propósito.

El objetivo de esta red será hacer uso de las TIC, el software libre y el aprendizaje colaborativo para diseñar aplicaciones y/o instrumentos que permitan aumentar el interés del alumnado en determinados conceptos complejos y permitan evaluar el nivel de satisfacción antes y después de su uso.

En esta primera fase se llevará a cabo únicamente el diseño metodológico y en una red posterior se investigará su aplicación.

2. DESARROLLO

2.1 Desarrollo de una práctica de barco en la asignatura “Geología Marina”

Los estudios de grado de Ciencias del Mar y de Geología comenzaron su andadura en la Universidad de Alicante en el curso 2010-2011. La asignatura de Geología Marina comenzó a impartirse durante el curso 2012-13 y dentro de su plan de aprendizaje se diseñó la realización de prácticas de geofísica marina en barco, para posteriormente interpretar los registros obtenidos durante la campaña marina. Con esto se buscaba crear un entorno de trabajo motivador, una campaña de recogida de datos en barco, y el posterior trabajo de gabinete para interpretar la información y aplicar los conocimientos adquiridos en las sesiones de teoría. Todo ello aprovechando la cercanía al mar de la Universidad de Alicante, para realizar la salida desde el Puerto de Alicante. Las primeras prácticas en los grados se realizaron durante el curso 2012-2013 y se han realizado durante 4 cursos.

Unos días antes de la salida en barco se enseñan los componentes del equipo al alumnado. Se hacen las comprobaciones previas, en seco, y se prepara el equipo de trabajo. También se informa en prevención de riesgos. La práctica está diseñada para que el alumnado realice 4 horas de navegación (Figura 2a), más media hora de explicación en puerto antes de salir y media hora de explicación en puerto a la llegada. En la explicación del puerto se comentan las normas de seguridad; prohibición de fumar, por el queroseno del “*streamer*”, y la importancia de las tomas de tierra sumergidas en el agua marina para que no se produzcan interferencias.

Tras la salida en mar, se realiza una hora de práctica en el laboratorio donde el alumnado analiza los registros que se han obtenido en la campaña. El software de adquisición tiene la opción de realizar un “*play-back*” de los registros a mayor velocidad. Sin los problemas de espacio del barco y con la posibilidad de volver para

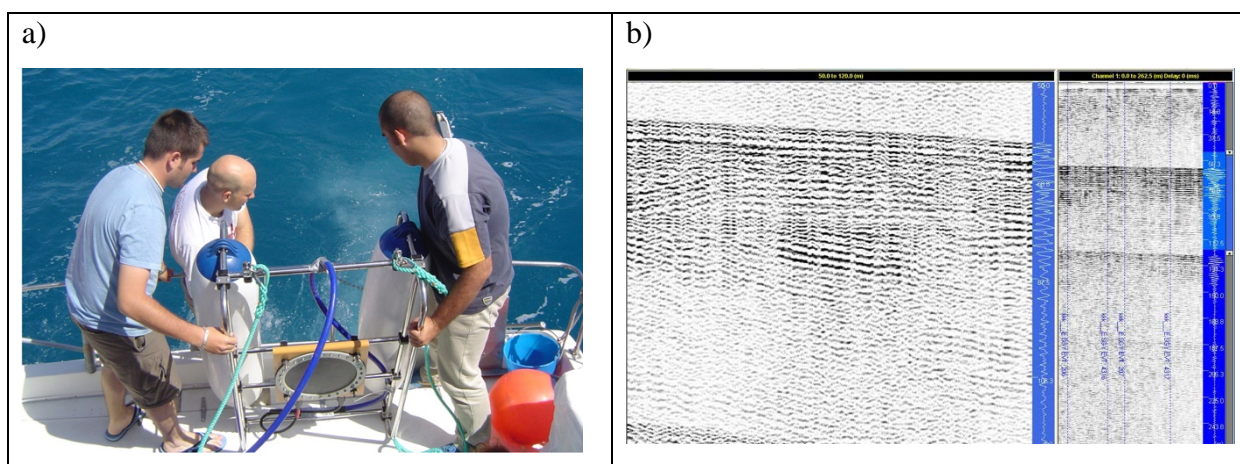
atrás, se comentan los diferentes errores de adquisición, como afectan los filtros al registro, como cambia el registro cuando variamos la escala vertical en la pantalla y las curiosidades de los registros.

Si las condiciones son buenas se realizan perfiles perpendiculares a la costa pero si estas son malas, se busca la protección de la escollera del puerto o del Cabo de las Huertas. La realización de las prácticas no sólo depende del tiempo atmosférico, también hay que tener en cuenta que el equipo tiene muchas partes susceptibles de avería. El ambiente marino y los años tampoco mejoran su conservación.

Con los registros obtenidos (Figura 2b) y la navegación en bruto de la campaña los alumnos deben realizar un informe describiendo la actividad realizada (parte del barco) y el perfil asignado. En el informe deben localizar el perfil asignado utilizando los datos de la navegación. Se trata de un fichero georreferenciado que el alumnado debe trabajar con programas de dibujo técnico.

El costo de las prácticas es el más alto por día de práctica de campo de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante, debido al coste del alquiler del barco. La capacidad del barco condiciona la división del curso en grupos de 10 alumnos. Un barco con mayor capacidad es mucho más caro, y no es fácil que reúna las condiciones para poder manejar el equipo con seguridad.

Figura 2. a) Fotografía del momento de colocar en el agua el catamarán del boomer durante unas prácticas con alumnos. b) Captura de pantalla del programa Sonarwiz.SBP V2.91 en el momento de la adquisición de datos en el mar.



Estas prácticas tienen una elevada capacidad formativa ya que el alumnado ve como se obtiene un perfil sísmico de alta resolución, descubre como es el trabajo en el medio marino e intentan interpretar un perfil sísmico de un lugar que supuestamente

conocen bien, por cercanía. Sin embargo, el costo económico de la práctica, la meteorología y las averías dificultan la realización de las prácticas. La opinión del alumnado sobre la práctica depende en gran medida de las condiciones de la mar.

2.2. Diseño de una aplicación en la asignatura “Oceanografía Física”

El concepto de flujo geostrófico en superficie y en profundidad es un concepto complejo dentro de la asignatura de Oceanografía Física puesto que implica entender la relación entre la Fuerza de Gradiente de Presión (FPG) y la Fuerza de Coriolis (F_C) como mecanismo generador de un flujo en superficie y en profundidad cuya dirección e intensidad puede cambiar en función de las condiciones particulares del medio, en particular de altura de la superficie del mar (para el flujo en superficie) y de las superficies isobáricas e isopícnicas (para el flujo en profundidad). Por tanto, la asimilación del concepto incluye, a su vez, el aprendizaje de muchos otros conceptos asociados ya mencionados: gradiente de presión, coriolis, superficie isobáricas e isopícnicas, etc.

Además, se ha constatado, en los últimos cursos académicos, la dificultad del alumnado para introducirse en la programación de algoritmos de cálculo así como la reticencia a utilizar software que no sea puramente estadístico.

Por ello se ha optado por diseñar un actividad que conlleve los siguientes pasos:

- a) Simulación de una campaña oceanográfica para recopilar la información necesaria para calcular el flujo geostrófico (Figura 3)
- b) Diseño de un mecanismo que lleve al alumnado a crear su propio programa en Matlab para llevar a cabo este cálculo. Se ha decidido utilizar Matlab, a pesar de no ser un software libre, puesto que integra dos ventajas fundamentales: a) Es un entorno amigable para introducir al alumnado por vez primera en la programación y b) La mayoría de aplicaciones gratuitas en Oceanografía Física se han programado en este entorno, lo que pone de manifiesto su utilidad. (Figura 4)
- c) Obtención de los resultados de flujo geostrófico y análisis posterior para asimilar el concepto y facilitar su aplicación a otro tipo de problemas. (Figura 5)

Así, tras una sesión de clase magistral, cada estudiante realiza un cuestionario con preguntas relacionadas con el concepto. Posteriormente se pone en práctica la aplicación desarrollada en esta red en una sesión de seminario y se evalúa

posteriormente tanto el aprendizaje de los conceptos explicados como la satisfacción del alumnado con el mecanismo utilizado.

Figura 3. Simulación de una campaña oceanográfica y selección de los datos correspondientes a uno de los transectos realizados

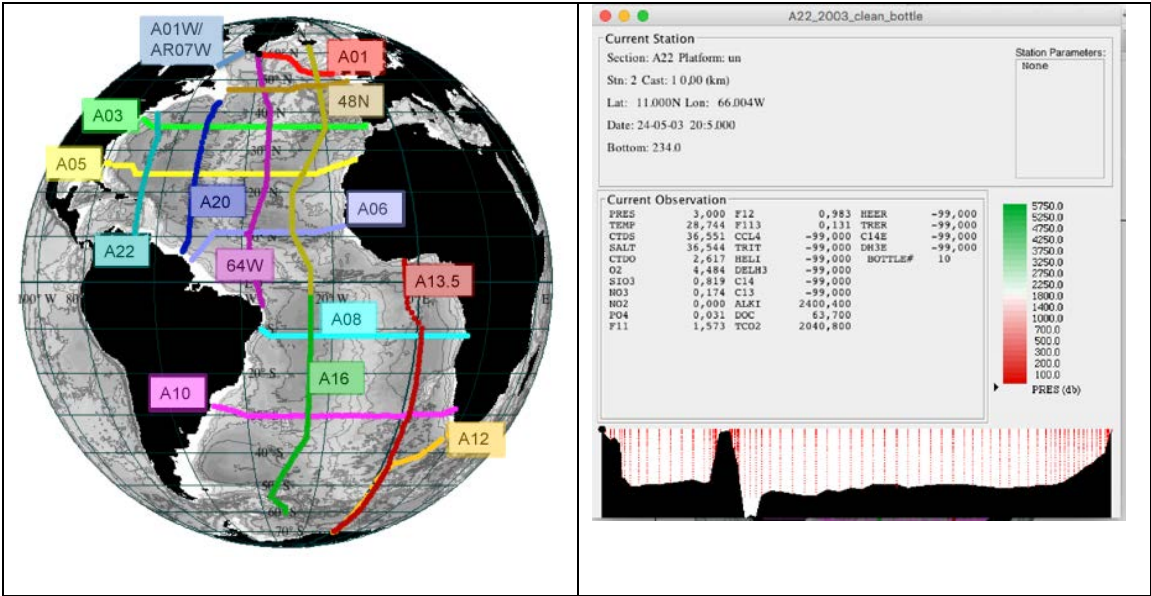


Figura 4. Ejemplo de aplicaciones libres de Oceanografía Física.

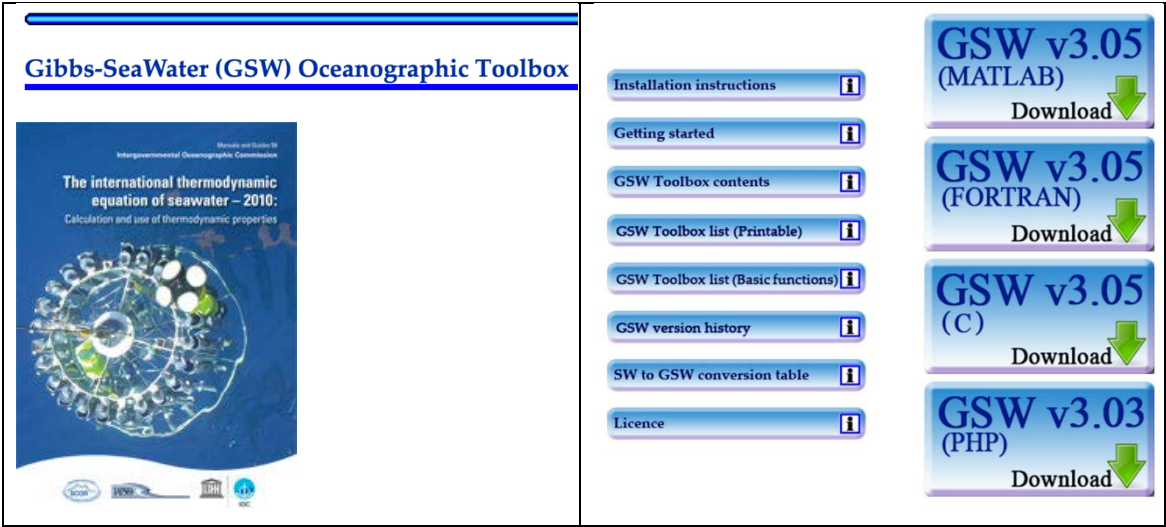
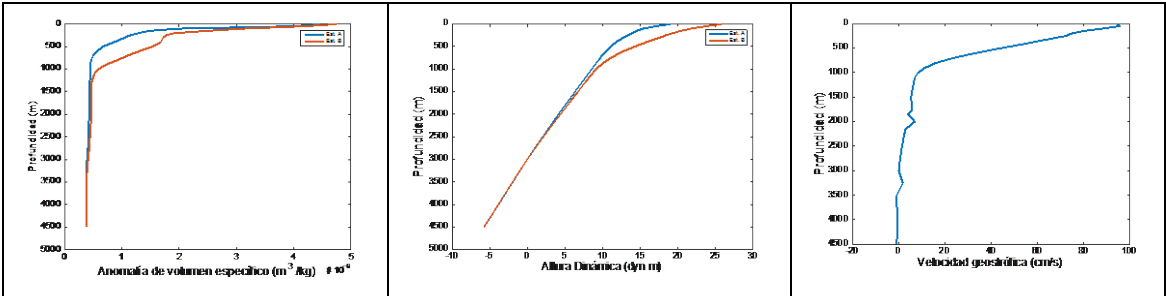


Figura 5. Resultado obtenido por el alumnado tras la simulación realizada



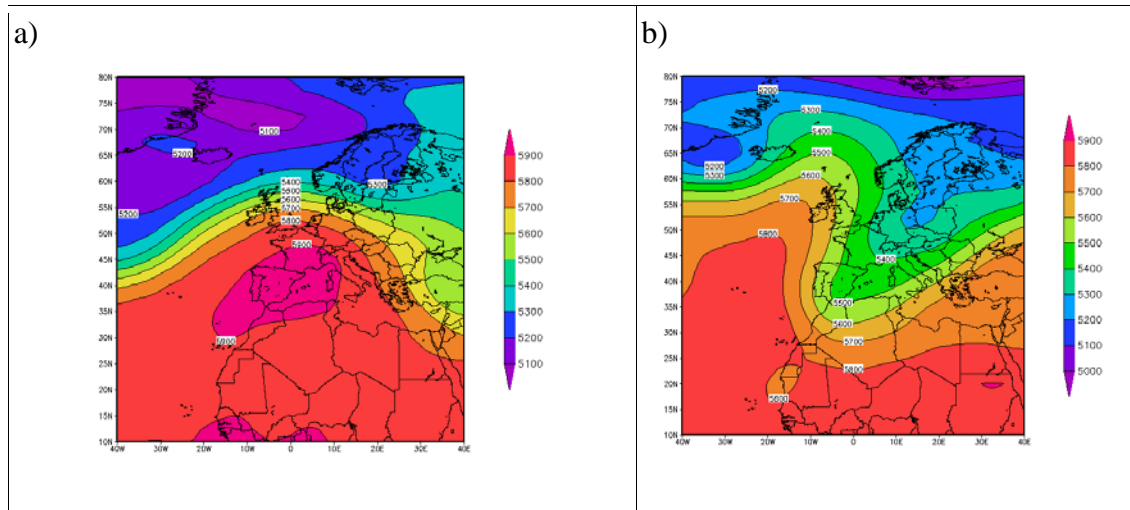
2.3 Diseño de una aplicación en la asignatura “Introducción a la Meteorología”

Actualmente existen diversas herramientas y aplicaciones de software libre que permiten representar datos meteorológicos y climáticos de una forma relativamente sencilla. De las herramientas actualmente utilizables en la aplicación de datos meteorológicos y climáticos, algunas están orientadas al acceso y representación de este tipo de datos, mientras que otras permiten una manipulación más directa de la información, como sería el caso de la herramienta GrADS (*Grid Analysis and Display System*), que es la que se utiliza en la presente aplicación. Esta herramienta está muy extendida y es muy utilizada dentro del ámbito científico y profesional. El objetivo de utilizar GrADS se basa en la premisa de que este tipo de herramientas software, utilizados en general fuera del ámbito de la docencia, pueden incorporarse en este campo para una mejor asimilación y comprensión de los diferentes conceptos introducidos en asignaturas relacionadas con la Meteorología y la Climatología, así como en el campo de la Oceanografía, donde pueden resultar de gran utilidad en este sentido.

Durante el curso 2015-2016, la aplicación GrADS ha sido utilizada en las prácticas de ordenador de la asignatura “Introducción a la Meteorología”. En el desarrollo de las diferentes sesiones se ha abordado tanto la utilización de este programa (comandos y utilidades, acceso a datos, generación de archivos, etc.) como su aplicación al tratamiento de información meteorológica (trabajo con datos de análisis y reanálisis disponibles a través de Internet). Con el objetivo de evaluar la posibilidad de utilizar este tipo de aplicaciones e información para el aprendizaje de los alumnos, durante este curso se ha realizado una primera aproximación a una metodología de enseñanza-aprendizaje que pretende introducir este tipo de aplicaciones en el aula, bien sea como soporte a las clases teórico-prácticas, como material adicional a elaborar en los seminarios, o bien como ampliaciones de actividades que el alumnado puedan preparar utilizando las horas de docencia y las horas de estudio. Teniendo como base la utilización del programa GrADS, los alumnos pudieron acceder directamente a datos meteorológicos en abierto, con el objetivo de resolver las cuestiones plantadas aplicando GrADS. La idea principal era que ellos mismos diseñaran y desarrollaran los gráficos requeridos (Figuras 6) y, a partir de la información generada, analizaran e interpretaran esta información según los conceptos teóricos estudiados. El objetivo que se deriva de este trabajo es permitir un nivel de profundización mayor en la asimilación de diferentes conceptos de importancia de la asignatura, como son los conceptos de “Geopotencial y

Altura Geopotencial”, “Perfiles verticales y Sondeos”, “Viento Geostrófico”, “Corriente en Chorro”, etc.

Figura 6. Altura geopotencial a 500 mb para los días: 10 de Noviembre de 2015 a las 00Z (a) y 23 de Noviembre de 2015 a las 00Z (b), utilizando líneas de contorno y mapa de color.



Como resultado a destacar, la información proporcionada por los alumnos nos indica que, a pesar del tiempo que requiere este tipo de actividades, la utilización de este tipo de software y la información relacionada les motivó en el aprendizaje de los diferentes conceptos abordados, y les ayudó también a utilizar a este tipo de programas, que en general, como se ha comprobado, suelen encontrar dificultades, tanto a la hora de su manejo como de su aplicación. Esto nos anima y motiva también al equipo docente a continuar investigando y desarrollando diferentes propuestas relacionadas con este ámbito de aplicación.

2.4 Diseño de una aplicación en la asignatura “Geofísica y Prospección Geofísica”

En la asignatura de “Geofísica y prospección geofísica” del grado de Geología de la Universidad de Alicante, se realiza una práctica de campo que consiste en la toma de datos de sísmica de refracción en parcelas de jardines del campus de la universidad. Se sitúa sobre el terreno un tendido lineal o trenza sísmica, compuesto por cierto número de sensores o geófonos, con espaciado equidistante. Seguidamente, se generan artificialmente perturbaciones sísmicas en diferentes puntos del tendido mediante golpes con una maza de 8 Kg sobre una placa metálica o explosiones provocadas mediante disparos con una escopeta sísmica. La energía sísmica así generada se propaga a través del subsuelo hasta alcanzar a cada uno de los geófonos o puntos de escucha. Cierta tiempo después del inicio de la perturbación. Estos tiempos de viaje,

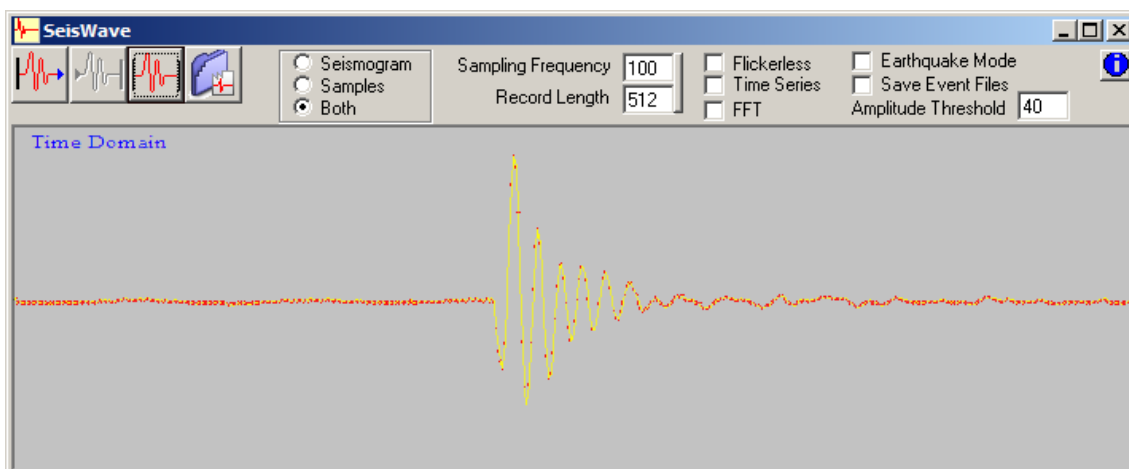
que entre otras cosas dependen de las propiedades mecánicas del terreno, permiten obtener modelos de la disposición y propiedades de las capas del subsuelo.

Se ha detectado que para el óptimo aprovechamiento de la práctica el alumno debe familiarizarse previamente con los equipos que va a manejar y adquirir conocimientos teóricos básicos relacionados con el tratamiento y digitalización de señales.

Para ello, este año se ha programado la realización de dos prácticas previas a la campaña de toma de datos de campo. Cada práctica tuvo una hora de duración. Ambas se realizaron en un aula de informática.

En la primera práctica, los alumnos utilizaron la tarjeta de sonido básica que incorporan los ordenadores de las aulas de informática para digitalizar la señal obtenida de un geófono. Este se conectó al ordenador a través de la entrada "jack" del micrófono. Para la adquisición de datos se utilizó el software gratuito Seiswave (Figura 7), desarrollado por Khalid Amin Khan et al. (2015) que describe tanto el procedimiento para realizar las conexiones como el funcionamiento del software.

Figura 7. Registro de la vibración producida en clase al golpear en el suelo al lado del geófono.



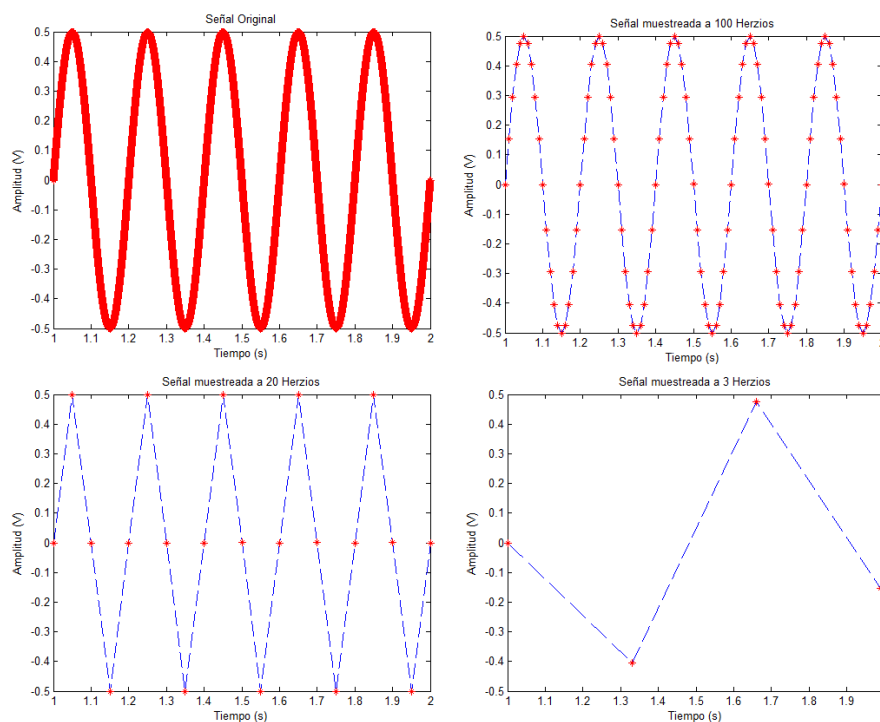
Durante la realización de la práctica se explicó al alumnado cual es el funcionamiento de un transductor de velocidad y de un conversor analógico digital, así como el concepto de frecuencia de muestreo y rango dinámico. De este modo, el alumnado puede entender fácilmente el proceso de digitalización que se realiza con el registrador sísmico y el funcionamiento del geófono como transductor de velocidad al compararlo con el funcionamiento de un micrófono.

También se realizó el registro simultáneo de una perturbación en varios ordenadores puestos en fila, para ello se ubicaron en el suelo del aula los geófonos

alojados en vasos de plástico llenos de arena. Observando los distintos tiempos de llegada en cada uno de ellos y la atenuación de la señal con la distancia.

En la segunda sesión de prácticas, para explicar el teorema de Nyquist y fijar el concepto de frecuencia de muestreo, se utilizó un sencillo script de Matlab en el que se muestreaba una señal sinusoidal de 5 Hz a distintas frecuencias y se observaba cual era el resultado al reconstruir la señal. Para la realización de esta práctica, se entregó el código del script ya implementado y se pidió a los alumnos que durante la explicación, fueran detallando lo que hacía cada línea y añadieran los comentarios que les sugerían las gráficas que se iban mostrando. El script junto con los comentarios del alumno/a debía de entregarse al final de la clase. Como parte opcional, se animaba al alumnado a modificar tanto la frecuencia de la senoide de la señal original como las frecuencias de muestreo empleadas, con el objetivo de reforzar los conceptos explicados durante la sesión (Figura 8).

Figura 8. Gráficas generadas por el script de Matlab para una misma señal muestreada a distintas frecuencias.



Las prácticas realizadas antes de la práctica de campo, han permitido a los alumnos entender mejor la selección de parámetros de configuración que se realiza durante la toma de datos de refracción y el funcionamiento de los equipos a utilizar. En el próximo curso se propone la evaluación, mediante un breve cuestionario, de los conocimientos que se trabajan durante la práctica antes y después de realizarla que

permita comprobar el óptimo aprovechamiento y detectar las posibles mejoras que se puedan realizar.

2.5 Diseño de una aplicación en la asignatura “Operaciones de Separación de Transferencia de Materia I”

La mayoría de los procesos industriales utilizan operaciones de transferencia de materia. De hecho, entre el 60-80% de los costes de una planta química están asociados a los procesos de separación y purificación. Por esta razón, la simulación y el diseño adecuado de los equipos y procesos, minimizando los costes económicos y/o los impactos ambientales juegan un papel fundamental en el óptimo rendimiento de una planta industrial.

En este sentido, el éxito de este diseño óptimo recae en buena medida y en la correcta realización del cálculo del equilibrio entre fases (LL, LV, LLV, LS, LLS...) implicado en todos estos procesos, ya sea mediante modelos termodinámicos (NRTL, UNIQUAC...) o correlaciones empíricas y utilizando simuladores comerciales (p.ej. Aspen-Plus, Aspen-Hysys, ChemCad, etc.) o algoritmos de desarrollo propio.

Tradicionalmente la asimilación de los conceptos relacionados con la termodinámica del equilibrio entre fases líquidas supone un esfuerzo importante por parte del alumnado de las titulaciones de Química e Ingeniería Química, debido principalmente a la utilización de conceptos en cierta medida abstractos como la fugacidad, actividad, energía de Gibbs, etc. (Olaya et al. 2007, 2010).

Por todo lo comentado anteriormente, se ha considerado de interés disponer de una herramienta que permita consolidar, los aspectos fundamentales del cálculo del equilibrio entre fases relacionados con la obtención y utilización de unos parámetros que satisfagan las condiciones de equilibrio termodinámico permitiendo reproducir el sistema bajo estudio de forma adecuada. Con este fin se ha desarrollado una GUI (Guide User Interface) en MatLab que permite comprobar al usuario en un entorno amigable, si el modelo de cálculo y parámetros utilizados son completamente coherentes (Reyes-Labarta, 2015) Para ello, sin necesidad de conocimientos avanzados de programación, se puede realizar una inspección de la función de energía de Gibbs de mezcla que genera el modelo utilizado, y que permite de una forma muy visual y rápida, la detección de posibles soluciones falsas así como la coherencia del modelo y parámetros utilizados. En esta primera versión se utiliza el modelo de referencia NRTL para el cálculo de la energía de Gibbs de mezcla en sistemas de 3 componentes, aunque se permite la utilización de cualquier otro modelo con un máximo de 9 parámetros a

través de un fichero auxiliar. Al desarrollar la herramienta en un entorno amigable se intenta en primer lugar motivar al alumnado al uso de las nuevas tecnologías como herramientas de aprendizaje (Marcilla et al. 2006). Adicionalmente, al estar la GUI desarrollada disponible de forma ilimitada ‘on-line’ también permite utilizarla de forma autónoma como herramienta de auto-aprendizaje.

La Figura 9 muestra la pantalla inicial de la aplicación desarrollada así como los principales gráficos obtenidos. Como se puede observar en primer lugar el usuario debe introducir los datos del sistema que se pretende comprobar, incluyendo en su caso los datos experimentales calculados y los parámetros del modelo NRTL que se pretenden comprobar.

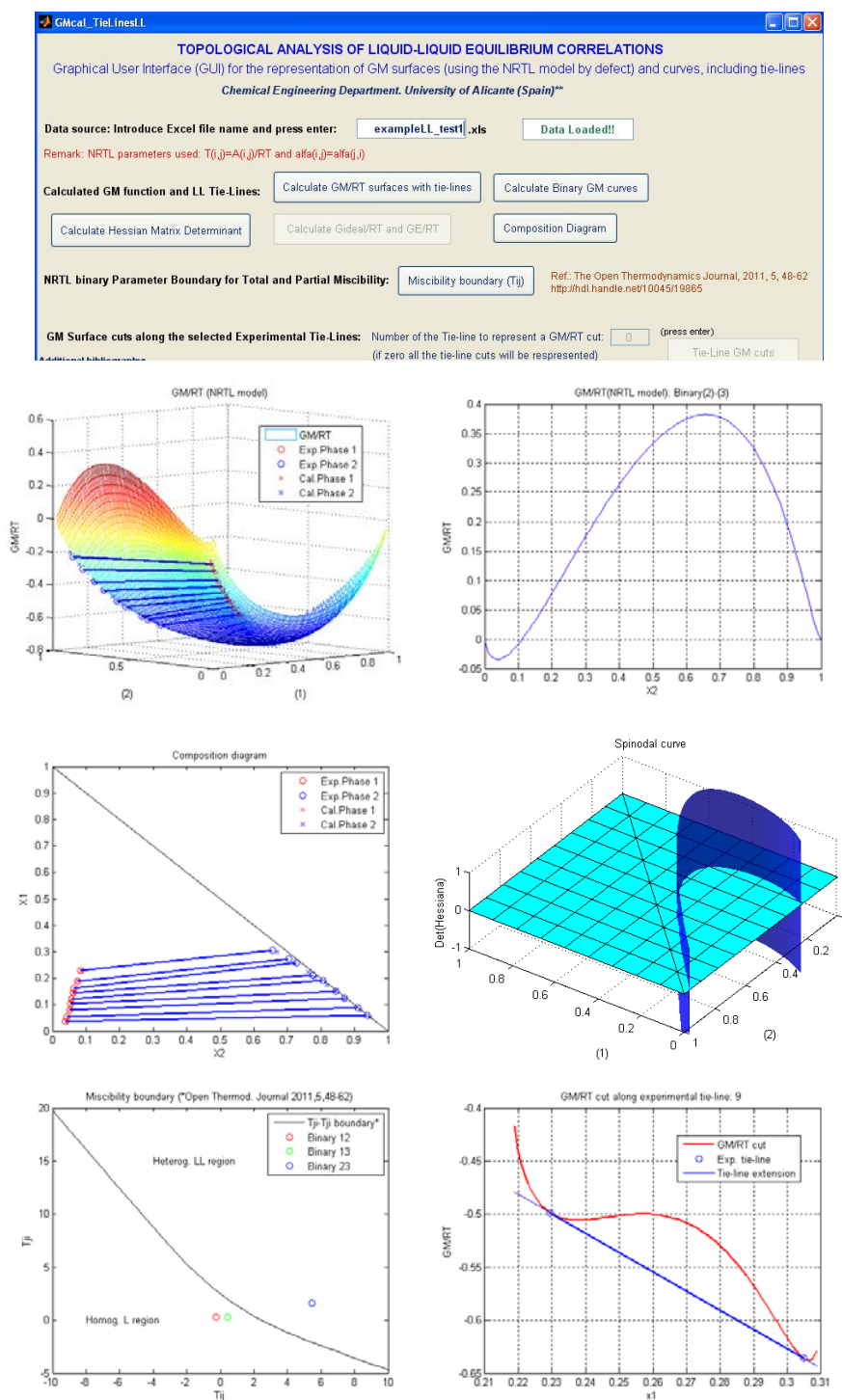
Una vez cargados los datos ya se activan los botones correspondientes a las diferentes acciones/gráficas que se pueden construir de forma inmediata:

- 1.- Superficies 3D de la función de energía de mezcla
- 2.- Curvas energía de mezcla vs. composición de los correspondientes subsistemas binarios
- 3.- Superficies 3D del determinante de la matriz Hessiana de la función energía de mezcla (para visualizar la curva espinodal donde el determinante se iguala a cero)
- 4.- Frontera de miscibilidad de los parámetros del modelo NRTL
- 5.- Superficies 3D con las contribuciones de la energía de Gibbs ideal y de exceso
- 6.- Diagrama triangular de composiciones experimentales vs. calculadas
- 7.- Cortes de las superficies 3D de la función de energía de mezcla siguiendo la trayectoria definida por cada una de las rectas de reparto experimentales.

2.6 Diseño de una aplicación en Electrónica Analógica

La asignatura de “Electrónica analógica”, se estructura en clases de teoría, problemas y prácticas. Respecto a las clases de prácticas, éstas se realizan en cuatro sesiones de dos horas repartidas a lo largo del cuatrimestre. Generalmente se realizan de modo que los conocimientos teóricos asociados hayan sido ya impartidos en la clase de teoría. Sin embargo, en ocasiones se ha detectado una falta de interés por lo que se realiza en prácticas, y parece que el alumno se lo toma como una actividad más sin asignarle la importancia que tienen. Si bien es cierto que el número de créditos no es muy elevado, eso no les quita la gran importancia que tienen, pues les permite ver físicamente lo que en clase se ha visto simplemente mediante ecuaciones.

Figura 9. Pantalla de la GUI desarrollada y ejemplo de los diferentes diagramas que se puede generar.



En este sentido, se ha pensado en desarrollar unas sencillas prácticas adicionales que pudieran llevarse a la propia aula de clase de teoría. De este modo, estos sencillos

experimentos o prácticas podrían darse en concordancia con los conocimientos de teoría, con lo cual la conexión teoría – práctica sería inmediata.

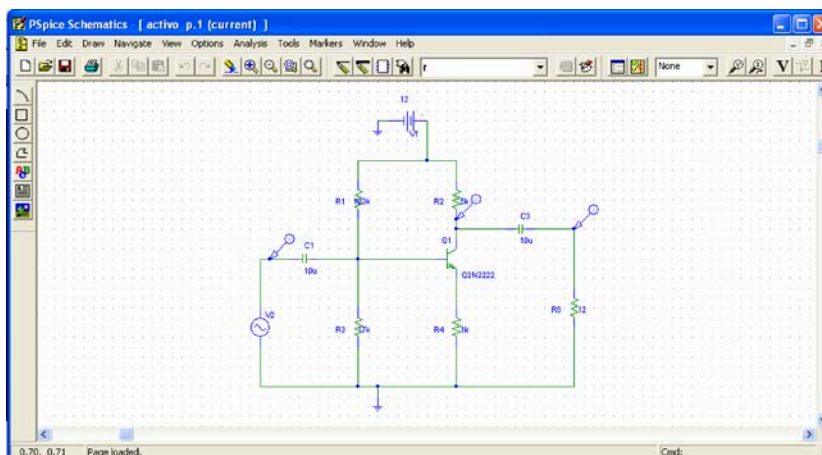
En un primer paso, y hasta desarrollar físicamente las experiencias de electrónica para el aula, se ha desarrollado alguna práctica simulada mediante el software Pspice (versión de estudiante, disponible gratuitamente). De este modo, fácilmente se combina la explicación mediante PowerPoint y pizarra, con la presentación in-situ de la simulación.

En la Figura 10 se muestra un ejemplo de un amplificador monoetapa con el transistor polarizado en la zona activa. En clase, una vez estudiado las zonas de trabajo de un transistor BJT (activa, corte y saturación) y el análisis en alterna de un amplificador básico, se analizará este ejemplo de simulación donde se mostrarán las señales (tensión y corriente) de salida para dicha configuración.

También se mostrará como el simple cambio de una resistencia del circuito puede cambiar el punto de polarización y por tanto situar al transistor BJT en la zona de corte o de saturación. Este es un concepto que de cursos previos los alumnos ya conocen pero que cuándo de forma práctica se les pide que reconozcan dicho estado, muestran serias dificultades. Con la simulación pueden ver exactamente como son las señales de salida en cada una de las zonas de trabajo y comprender mucho mejor los conceptos teóricos aprendidos.

De forma parecida se desarrollarán otros tipos diferentes de circuitos, acordes con lo visto en clase de teoría, y que de forma alternada se irán comentando en la misma clase, ayudando a mejorar la comprensión de los conceptos teóricos y la interpretación de los resultados.

Figura 10. Ejemplo de un circuito amplificador básico para su simulación en clase de teoría.



3. CONCLUSIONES

Esta red ha permitido desarrollar varios instrumentos y aplicaciones cuyo objetivo es tratar de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de diversos conceptos complejos en grados de Ciencias e Ingeniería.

En particular se ha comprobado que la combinación de una experiencia en barco junto con el uso de software de interpretación tiene una elevada capacidad formativa en el alumnado de “Geología Marina”. Por otro lado, el diseño de una actividad que combine la búsqueda de datos en portales abiertos, junto con la programación en Matlab o el uso de software libre específico, como por ejemplo GrADS, parece un mecanismo motivador y que facilitará el aprendizaje en asignaturas como “Oceanografía Física” e “Introducción a la Meteorología”. Además el uso de aplicaciones realizadas en Matlab combinadas con experimentos prácticos o la simulación de prácticas utilizando el software Pspice, contiene elementos motivadores que creemos conseguirá un mayor interés del alumnado por el aprendizaje.

Como conclusión general indicamos que el uso de las TIC, combinadas con experiencias o actividades colaborativas es una herramienta fundamental que nos permitirá mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje de conceptos complejos. El próximo curso académico podremos cuantificar el grado de mejora de aprendizaje y satisfacción.

4. DIFICULTADES ENCONTRADAS

A pesar de haber conformado una red de profesores de varios centros y con asignaturas diferentes, la experiencia previa de los profesores participantes en redes docentes ha hecho que no se hayan encontrado dificultades relevantes.

5. PROPUESTAS DE MEJORA

En una futura red planteamos implementar la metodología propuesta en esta red y llevar a cabo un proceso de análisis para comprobar de forma empírica su aplicabilidad y si, realmente, alcanzamos los objetivos propuestos. Además también se pretende ampliar esta metodología a otros conceptos en las diferentes asignaturas.

6. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

Como se ha mencionado en el apartado anterior la metodología propuesta en esta red nos permitirá proponer una continuación del trabajo en la próxima convocatoria.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, I., Esteve, V., Dednam, W., Martínez Asencio, J., Gullón, M. y Garcia-Molina, R. (2016). Experiències senzilles de física recreativa: Conservació del moment lineal, efecte Coandă i emissió atòmica. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 559-574). Alicante: Universidad de Alicante.
- Cañaveras Jiménez, J.C., Baeza Carratalá, J.F., Climent Payá, V.J., Delgado Marchal, J., Martín Martín, M., Martín Rojas, I., Navarro Gómez, I., Soria Mingorance, J.M. y Villalvilla Soria, J.M. (2015). Grado en Geología de la Universidad de Alicante (2010-2014). Red de seguimiento. En Álvarez Teruel, J.D., Tortosa Ybáñez, M.T., Pellín Buades, N. Coord. (Ed.). *Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente* (pp. 142-158). Alicante: Universidad de Alicante.
- Conde Calero, J.M., Molina Vila, M., Mulero González, J., Segura Abad, L., Sepulcre Martínez, J.M., Guillén Sánchez, M. (2016). Red para la difusión y divulgación de las matemáticas. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 867-880). Alicante: Universidad de Alicante.
- Fernández Verdú, C., Moreno Moreno, M., Callejo de la Vega, M.L., Llinares Ciscar, S., Sánchez- Matamoros García, G., Torregrosa-Gironés, G., Buform Lloret, A., Ivars Santacreu, P. (2016). Tecnologías de la Información y Comunicación aplicadas a la Educación Matemática (TICEM). En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 1055-1074). Alicante: Universidad de Alicante.
- Francés Monllor, J., Bleda Pérez, S., Vera Guarinos, J., Calzado Estepa, E. M., Heredia Ávalos, S., Hernández Prados, A., Hidalgo Otamendi, A., Méndez Alcaraz, D.I., Yebra Calleja, M. S. (2016). Elaboración de herramientas basadas en laboratorios virtuales para la docencia en Ingeniería Acústica en el Grado de Telecomunicación. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez,

- M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 1907-1922). Alicante: Universidad de Alicante.
- Galiana Merino, J.J., Rosa Cintas, S., Rosa Herranz, J., Gimeno Nieves, E., Bleda Pérez, S. (2016). Propuesta y desarrollo de metodologías para la motivación y participación activa en la asignatura de Electrónica Analógica. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 1689-1702). Alicante: Universidad de Alicante.
- Gómez Trigueros, I.M. (2016) La didáctica de la Geografía y las TIC: nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 839-850). Alicante: Universidad de Alicante.
- Khan, K.A., Akhter, G., & Ahmad, Z. (2012). DigiSeis—A software component for digitizing seismic signals using the PC sound card. *Computers & Geosciences*, volumen 43, pp. 217-220.
- López Rodríguez, D., García Cabanes, C., Bellot Bernabé, J., Formigós Bolea, J., y Maneu Flores, V. (2016). Elaboración de material para la realización de experiencias de clase inversa (flipped classroom). En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 973-984). Alicante: Universidad de Alicante.
- Marcilla, A.; Beltrán, M.; García, A.N.; Gómez, A.; Olaya, M.M.; Reyes-Labarta, J.A.; Serra, M. Las Nuevas Tecnologías en el Aprendizaje de Materias Científico-Técnicas. Aplicación a la Asignatura “Fundamentos de Operaciones de Separación”. *Ingeniería Química*. 2006, 438, 153-160 (<http://hdl.handle.net/10045/2283>).
- Martínez Lirola, M. (2016). Experiencias de aprendizaje cooperativo y su relación con la multimodalidad en la adquisición de competencias. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 591-602). Alicante: Universidad de Alicante.

- Molina Palacios, S., Corbí Sevilla, H., Guillena Townley, G., Raventós Bonvehí, J., Sánchez Lizaso, J.L., Tent-Manclús, J.E., Valles Pérez, C., Zubcoff Vallejo, J. J. (2015): Seguimiento y diseño de una actividad interuniversitaria en el grado de Ciencias del Mar para mejorar las prácticas docentes. En Álvarez Teruel, J.D., Tortosa Ybáñez, M.T., Pellín Buades, N. Coord. (Ed.). *Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente* (pp.7-22). Alicante: Universidad de Alicante.
- Olaya, M.M.; Ibarra, I.; Reyes-Labarta, J.A.; Serrano, M.D.; Marcilla, A. Computing Liquid-Liquid Phase Equilibria: An exercise to understand the nature of false solutions and how to avoid them. *Chemical Engineering Education*. 2007, 41(3), 218-224 (<http://hdl.handle.net/10045/14277>).
- Olaya, M.M.; Reyes-Labarta, J.A.; Serrano, M.D.; Marcilla, A. Vapor-Liquid Equilibria using the Gibbs Energy and the Common Tangent Plane Criterion. *Chemical Engineering Education*. 2010, 44(3), 236-244 (<http://hdl.handle.net/10045/24677>).
- Ortega Álvarez, J.M., Varona Moya, F., Castón Calatayud, R.M., Contreras López, J., Esteve Verdú, S., López López, J.M., Real Herráiz, T., Tremiño Agulló, R.M. (2016). Red docente para el seguimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en Estructuras Metálicas y Estructuras de Hormigón Armado en Ingeniería Civil. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 957-972). Alicante: Universidad de Alicante.
- Reyes-Labarta JA. (2015). Graphical User Interface (GUI) for topological analysis of calculated GM surfaces and curves, including tie-lines and Hessian matrix (Including a Thermodynamic review of Liquid-liquid equilibrium calculation and user instructions). *RUA*: <http://hdl.handle.net/10045/51725>.
- Roig Vila, R., Flores Lueg, C., Álvarez Teruel, J.D., Blasco Mira, J.E., Grau Company, S., Lledó Carreres, A., López Meneses, E., Lorenzo Lledó, G., Martínez Almira, M., Mengual Andrés, S., Mulero González, J., Perandones González, T.M., Segura Abad, L., Suárez Guerrero, C., Tortosa Ybáñez, M., & Villaplana, A. (2016) Diseño de WebQuest para la investigación e innovación en la enseñanza. En Álvarez Teruel, J.D., Grau Company, S., Tortosa Ybáñez, M.T., Coord. (Ed.). *Investigaciones metodológicas en docencia universitaria: resultados de investigación* (pp. 957-972). Alicante: Universidad de Alicante.